

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 18220051301752

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

具有自动扫描及识别功能的
文件检验仪研究与设计

Research and Design of Video Spectral Comparator with
Automatic Scanning and Recognition

邱 虹

指导教师姓名: 陈永明 副教授

专 业 名 称: 测试计量技术及仪器

论文提交日期: 2008 年 月

论文答辩时间: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

文件检验是一种常见的司法鉴定手段，是应用红外吸收、反射、投射、测光、紫外荧光和单色光激发荧光等光学检测原理，对文件中的掩盖字迹、压痕字迹、消退、涂改、擦刮、水印以及浅淡文字、印文等进行鉴别。

随着经济的发展，人们的法制观念不断增强，在经济商务、财产保护等活动中使用合同、票据越来越多，人们为合同、票据中的文字内容、数字、书写时间和标称时间等是否被添加、篡改、伪造要求鉴定的这类案件也越来越多。文件检验仪已成为各级司法部门不可缺少的鉴定仪器。近年来，随着我国司法制度的改革，过去基本上由公、检、法部门或政府机构承担的司法鉴定工作正逐步转由独立的司法鉴定机构完成。这些鉴定机构除少数依托原单位具备良好的软硬件条件外，大多数基础条件薄弱，特别是鉴定设备相当匮乏。因此，补充、完善相关鉴定设备成为这些单位当前急待解决的一大问题。

本文致力于开发出一种低成本、自动化程度高、能满足鉴定要求的文件检验系统。论文分六部分对文件检验仪的研究工作进行了论述。

第一章介绍了文件检验研究的进展，阐述了文件检验技术中的仪器分析方法，以及国内外文件检验仪的发展状况。

第二章提出了文件检验仪的总体设计方案，并阐述了本文的创新点。

第三、四、五章分别对文件检验仪中的单色光照明系统、接收系统、图像显示及处理系统的设计进行了详细的说明，并通过具体实验对设计方案进行了充分验证。

第六章是对本文的总结和展望。

关键词：文件检验；司法鉴定；文检仪

Abstract

Document examination is a kind of usual methods for judicial expertise, which identifies smeared handwriting, indented handwriting, fading, alteration, scrape, watermarking, lightness characters, seal stamps in the documents with the optical detection principles, such as infrared absorption, reflection, projection, photometry, ultraviolet fluorescence, monochromatic light excited fluorescence, etc.

Together with the economic development, the social legal sense is strengthened gradually. More and more contracts and notes are applied in businesses and property protections. In accordance, there are increasing cases requesting to indentify whether the characters, digitals, writing date or nominal date in the contracts and notes have been added, tampered or forged. The video spectral comparator is becoming the necessary instrument for identification for all judicial bureaus. Recently, along with the innovation of judicial system in China, the independent judicial expertise agencies are taking the responsibility of identification from the police, the procuratorate, the court and other government departments. Most of these judicial expertise agencies are not equipped with advanced and sufficient hardware and software, especially short of the instruments for identification. Consequently, it is the most urgent and important issue for those agencies to supplement and perfect the relative instruments.

This article is devoted into developing a low-cost, high-automatic document examination system of the capability to fulfill the request for identification. There are six chapters to explain the research for the document examination instrument.

Chapter One introduces the development in document examination research, expatiates upon the instrumental analytical methods and the domestic and foreign current situation of document examination instrument.

Chapter Two propounds the general design project of document examination instrument, and points out the innovation of this article.

Chapter Three, Chapter Four and Chapter Five clarify separately the design of the monochromatic illumination system, the receiving system and the image display and processing system, and fully prove the design project by concrete experiments.

Chapter Six gives the conclusion and expectation of this article.

Key words: document examination; judicial expertise; video spectral comparator

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 前言	1
1.2 仪器分析方法简介	1
1.3 国内外发展现状	5
1.4 研究的内容和意义	7
第二章 文件检测仪的总体设计方案	9
2.1 文件检测仪的基本构造	9
2.2 课题研究的创新点	12
2.3 文件检测仪的总体设计	13
第三章 单色光照明系统的设计	15
3.1 光栅单色器	15
3.2 光栅单色器的光路设计	19
3.3 数字化自动扫描机构设计	21
3.4 八面反射镜柱体	28
3.5 本章小结	32
第四章 接收系统的设计	33
4.1 接收系统的概述与组成	33
4.2 滤光片转盘	33
4.3 CCD 摄像系统	35
4.4 单色光照明系统与接收系统的配合	39
4.5 图像数据传输	40
4.6 本章小结	42
第五章 图像显示及处理系统的设计	43
5.1 图像显示及处理系统的概述	43
5.2 灰度直方图	43
5.3 图像预处理	47

5.4 图像分割与分析	52
5.5 本章小结	57
第六章 总结与展望	58
参考文献	59
致 谢	62
攻读硕士学位期间发表的论文	63

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Abstract

Chapter 1 Prolegomenon.....	1
1.1 Preamble	1
1.2 Introduction of Instrumental Analytical Methods.....	1
1.3 Domestic and Foreign Current Situation of Video Spectra Comparator	5
1.4 Research Theme and Significance.....	7
 Chapter 2 Design Project of Video Spectral Comparator	 9
2.1 Basic Frame of Video Spectral Comparator.....	9
2.2 Breakthrough of Research.....	12
2.3 Design Project of Video Spectral Comparator	13
 Chapter 3 Design of Monochromatic Illumination System	 15
3.1 Grating Monochromator.....	15
3.2 Optical Path Design of Grating Monochromator.....	19
3.3 Design of Digital Automatic Scan System	21
3.4 Mirror Octahedron.....	27
3.5 Conclusion	32
 Chapter 4 Design of Receiving System	 33
4.1 Introduction and Composition of Receiving System	33
4.2 Filter Turnplate	33
4.3 CCD Camera System.....	35
4.4 Coordination of Monochromatic Illumination System and Receiving System	39
4.5 Transfer of Image	40
4.6 Conclusion	42
 Chapter 5 Design of Image Display and Processing System	 43
5.1 Introduction of Image Display and Processing System	43

5.2 Gray Histogram.....	43
5.3 Pretreatment For Image.....	47
5.4 Segmentation and Analysis of Image.....	52
5.5 Conclusion	57
 Chapter 6 Conclusion and Expectation	 58
 References.....	 59
 Thanks	 62
 Publication.....	 63

第一章 绪论

1.1 前言

近年来，各类贪污犯罪和经济案件明显上升，并且大案、要案明显增加。上百万、上千万甚至上亿元的诈骗案、贪污案、逃税案等屡有发生。在各类经济案件和经济纠纷中，作案人常常用笔篡改原始文件内容（如金额数，时间等），以牟取非法利益。在此情况下，通过笔墨字迹分析，鉴定文件真伪，就成为判定这类案件的重要依据^[1]。

文件检验最初主要借助纸、笔、放大镜等简单的工具，依靠有经验的鉴定人员完成。在科学技术高度发达的今天，仪器分析手段日新月异的发展，给文件检验技术注入了新的活力，为确定侦查方向、及时获取证据、揭露与证实犯罪发挥了重要作用。

仪器分析多是采用比较复杂特殊的仪器设备，通过测量物质的某些物理或物理化学性质的参数及其变化来确定物质的化学组成、含量及结构的一类分析方法。一般来说，文件检验仪器分析的对象很多，包括印刷打印文件、纸张、印章印文、墨水、圆珠笔油等。分析这些文件物证的成分与轮廓，就可进行识别、比对和鉴定工作，还可确定其相对形成时间等^[2]。

1.2 仪器分析方法简介

可疑文件的识别，在可见光下用肉眼进行观察大多难以完成，因此往往需要运用仪器分析方法。文件检验技术中的仪器分析方法主要包括以下三种：

一、光学检验方法

光学检验是通过测量光的反射、折射、干涉、衍射和偏振等性质的变化，对文件进行检验。光学检验按照波长的范围可分为紫外区（UV 区）检验、可见区（自然光区）检验和红外区（IR 区）检验，可以用来检测纸张上色料的颜色、荧光反映以及纸张本身的特征等，分析涂抹记录，显现涂改、替换痕迹，区分可见光下同色、但物质成分不同的色料等。

使用可见光照明,利用光学镜头的放大和聚焦,可以检验纸张上墨水线条的形态构造,从而可进行墨水的分类和鉴别,或者在少数情况下通过其表面特征对书写工具进行同一认定;结合显色实验(利用检材与一定试剂反应生成的化合物的颜色来判断检材的物质成分)进行纸张纤维分析,来判断可疑文件纸张的纤维性原材料类型等。借助三维立体显微镜在可见光下(也可选配红外、紫外荧光、偏振光、透射光等光源来进行检验),利用人眼形成立体空间的原理,将物质的立体结构在光学放大下形成拥有图像深度信息的三维立体效果,可应用于交叉先后顺序等可疑文件类的识别^[3]。

使用紫外线照射,显示模糊字迹效果较好,尤其是针对热敏纸及其字迹十分有效,因为热敏纸表面对短波紫外线具有较强的吸收特性,而模糊字迹在短波紫外的照射下具有混合反射的特性,因此,可以形成足够的反差,呈现暗背景、亮文字的检测结果,容易进行识别。另外,紫外光源更易确定消退涂改事实的存在,仅就消退部位的纸张而言,在紫外线的照射下,与未被消退的部分之间能形成较大的反差,使得消退事实更为清晰。

在红外区域,不同物质在近红外波段的发光和吸收特性不一致,许多物质特别是有机物在受到光源激发时,能激发出荧光,通过对不同荧光的观察,能够达到对不同物质进行区分的目的。利用某些物质在近红外区的不同吸收特性,对被检文件用近红外光进行反射或透射检验,可以显现某种涂改或不明显的痕迹^[4]。另外,红外线的透射效果强于可见光和紫外线,在掩盖物质透过红外线而被掩盖文字吸收红外线的情况下,如掩盖物质使用透过红外线的染料墨水、圆珠笔油,而被掩盖文字用的是吸收红外线的油墨、碳素墨水、石墨铅笔或蓝黑墨水时,可进行红外线检验,清楚地显现被掩盖的文字。由于人眼对红光的感受能力很弱,更不能感受红外光,一般需要运用红外照相或者利用视频技术将检验记录转化为视频信号显示在监视器上,使人眼直接观测。

二、光谱技术方法

光是一种电磁辐射波,具有一定的能量,不同波长光的能量与分子或原子内电子的某个量子化能级差相对应,当电磁辐射作用于待测物质时,会引起反射、吸收和散射等现象,从而产生辐射信号的变化,辐射信号的变化直接反映了化合物原子或分子电磁辐射的吸收量、反射量或散射量,光谱技术就是测量其变化,得到光吸收、反射或散射的光谱图,从而进行定性或者定量分析,识别化合物。

传统的光谱分析方法很多,有原子光谱法、分子光谱法、质谱法、X 射线法、中子活化分析法等等。

原子光谱法是指利用物质的原子发射光谱或原子吸收光谱对物质元素进行定性、定量分析的方法,包括原子发射光谱、原子吸收光谱和等离子体发射光谱等。

分子光谱法包括紫外和可见分光光度法、红外吸收光谱法、荧光光度法、拉曼光谱法等等。在文件检验中常用的一些光谱技术方法有^[5]:

紫外—可见吸收光谱法,也称为紫外—可见分光光度法,多用于有机材料的分析。紫外线或可见光光束射入吸收池中的检材或样本溶液,有些波长被吸收,有些波长被通过,因而形成谱图,通过检测器记录系统记录下来或在荧光屏上显示,然后对所形成的谱图进行分析,从而对检材、样本加以识别。如测定纸张上墨水的反射(吸收)电磁波谱的紫外—可见反射显微摄谱照相机,用来识别可见光下颜色相似的墨水时,其可靠性比光学显微法或者肉眼观察要高得多。

红外光谱(IR)法,测定依据取决于检材、样品对红外光的吸收波长以及强度。习惯上,把红外光谱按照波长分为三个区域,即近红外区(0.78 μm —2.5 μm)、中红外区(2.5 μm —50 μm)、远红外区(50 μm —1000 μm),而其中特别有实际应用意义的是中红外区,各种物质在这个区域的红外线都有各自特有的红外吸收光谱,往往把它和指纹相比,称为“红外指纹区”,所以利用红外波段来进行化合物、特别是有机化合物的识别,效果显著。但需要强调的是,如果不对检材、样本进行基体分离,就对其关键成分进行分析,这种识别就可能不准确,因其只能完成对化合物的主要功能团的描述,为了作出结论性的识别,就必须要用已知样品的光谱关联峰,附加一个全面的红外光谱软件库进行对比。

拉曼光谱法,在实践中可用于识别物质的种类,因为每一种物质(分子)都有自己的特征拉曼光谱,可以作为表征这一物质之用。当一束波长为 λ 的光照射到物质上之后,一部分光被反射,一部分光被透射,还有一部分光被散射,在散射光中,其中一部分光的波长和入射光相同,一部分和入射光的波长不同,与入射光不同的散射就称为拉曼散射。由于拉曼散射与入射光的波长无关,只与物质本身的分子结构和振动有关,每个分子产生的拉曼光谱的谱带数目、谱带强度、位移大小等都直接与分子的振动和转动相关联,所以拉曼光谱属于分子的振动和转动光谱^[6]。使用拉曼光谱法进行文件检验,具有操作简便、快速(拉曼光谱法

分析书写材料一次在一分钟以内)、不破坏和污染检材、无需准备样本或者进行其他的特殊处理等优点,已运用于部分文件的检验中。

三、色谱技术方法

色谱法,也可称为色层法或层析法,是一种用以分离、分析多组分混合物的物理以及物理化学分析方法,广泛用于分离、描述、识别混合物的成分。在文件检验中,色谱技术主要用于描述、比对、确定书写材料来源和色料的相对书写时间等^[7]。

在色谱技术中,运用比较广泛的有薄层色谱法(TLC)和高效液相色谱法(HPLC)、气相色谱法(GC)等。

薄层色谱法(TLC)是一种物理化学的分离技术,即将吸附剂均匀涂于玻璃板或塑料板上使之形成薄层(固定相),然后将需要检验的检材溶液滴于薄层的起始线上,待溶剂挥散后,置于盛有一定溶剂(流动相)的密封容器内,当溶剂流过时,不同物质在吸附剂和溶剂之间会发生不断的吸附、解吸附、再吸附、再解吸附等。在这过程中,移动速度有快有慢,毛细管作用使得不同物质彼此分开,获得分离。这种方法能在较短时间内,以很高的效率完成对混合物的分离,并且具有使用仪器简单、操作方便、分离能力强、效率高、灵敏度高、量小样品也能适用等特点。在运用中,除了描述和区分书写墨水、一些沾染在钱币上的染色剂的化学鉴定之外,传统薄层色谱和高效薄层色谱也一直运用于鉴别印油、打印机色带墨粉、印刷墨水(包括伪造货币中使用的)、含混合碳黑颜料的照相复印机色剂、喷墨打印机墨粉和纸张(分离浅色物料、胶料、填料和其他成分确定纸张类型)等。

高效液相色谱法(HPLC)是20世纪70年代发展起来的一种新型色谱技术,是指将检材或样品溶入溶剂(流动相)后,加压压入色谱柱(通常是填充柱,里面填充固定相),使组分得到分离,由于这些组分在流动相和固定相分段特点不同,所以通过柱的速率也不同,在色谱柱的末端连接荧光、紫外、二极管阵列等不同类型的鉴定器,用以检测从色谱柱流出的每一个组分,来自鉴定器的信号经过放大展现在记录纸上,就是液相色谱图。对液相色谱图进行分析,通过测定折射率变化给定波长处的紫外-可见光吸收值变化,及适宜波长激发后荧光或电化学反应变化,就可检测流出物中被分析物的存在,具有高速、高效、高灵敏度和操作自动化的特点。该色谱法一直成功运用于鉴别圆珠笔油,通过分离和比较墨

水的无色成分,例如可在电磁波谱的紫外区有效检测墨水载体成分,识别具相似染色成分组成的墨水等。如果被比较的墨水取自于不同的纸张上,那么取自于不同纸张上的检材、样本得用统一的程序分析,以保证纸张中可能存在的胶料、填料浅色材料和其他化合物不干扰分析^[8]。

综上所述,仪器分析方法在文件检验领域,特别是文件墨迹物质成分的检验中,发挥着越来越为重要的作用,并得到迅速的发展和越来越广泛应用。当然,由于仪器设计上的不同,其作用方式差别很大,结果的表现形式也不同。在文件检验中,由于检材是特定的、不可再生的、有时是少量的,所以在检验中,应遵循先物理后化学、先无损后有损的原则来进行,在上文所介绍的仪器分析方法中,也有无损检验和有损检验之分:1、无损检验,即不损坏需检验的可疑文件,直接对载体上的色料,通过仪器分析方法进行检验,检验的结果有的可以通过肉眼直接感知加以识别,有的需要专业人员对图谱进行分析后得出结论。光学检验方法和部分光谱技术方法属于无损检验。2、有损检验,即将需要检验的检材、样本的色料通过一定的提取剂加以提取,然后再对提取的色料的溶剂,运用分光光度法等光谱分析方法或者 TLC、HPLC 等色谱分析方法进行检验,检验后获得的图谱,由专业人员进行分析、对比后,得出检验结论。色谱技术方法和部分光谱技术方法属于有损检验^[9]。

光学检验方法具有不破坏被检验材料、高效、直观等优点。运用光学检验方法,特别是视频类的检验技术,在对可疑文件进行检验时,使用非常的简便,仅仅只是需要把样本、检材放置在仪器的光源照射下,通过不断地调节光源(包括调节不同的滤光片),就可以通过监视器用肉眼观察不同波段的光源的激发下各种色料之间的差别。采用光学检验方法时,除非出现某种异常或者需要推理分析等情况,物质成分差异的对比通常不需要过多专业知识的人进行识别,比较适合在法庭上进行证据展示、演示并且质证、认证的。光学检验方法是目前文件检验技术中普遍使用的检验方法。

1.3 国内外发展现状

国外在文件检验方面开展的研究较早,上世纪 60 年代,就有瑞士 PROJECTINA 公司、英国 Foster+Freeman 公司等企业开展文件检验仪的研制。

英国 Foster+Freeman 公司研制的 VSC 系列文检仪,从最开始的 VSC-1 型文检仪,经过数十年的不断改进创新,演变到现在最先进的 VSC-6000 文件检验工作站,该工作站采用最先进的光学成像系统,运用最新的传输控制技术,配有丰富的光源系统、先进的光栅分光技术和强大的结果分析软件,具有专业设计的一体化仪器控制、图像采集、文件管理、图像存储、增强、印章比对、案件查询、图像显示多种模式等多种功能,是当今最先进的文件检验设备。瑞士 PROJECTINA 公司生产的 DOCUCENTER EXPERT 文检仪是一套专家级的文检中心,它可通过液晶触摸屏或计算机软件直接操作,内置光谱分析系统,具有极高的光学分辨率,内部集成十四种照明光源,结合 PIA-4000 软件实现智能化,自动化控制,并具有功能强大的图像处理软件。国外产品具有性能稳定、分辨率高、功能强大、全自动操控等优点,但价格昂贵,通常单价在 100 万人民币左右。

国内在这方面的研究开展得相对较晚,上世纪 90 年代,以公安部第一研究所、公安部第二研究所(公安部物证鉴定中心的前身)、北京安飞达技术开发有限责任公司为首的几家企事业单位开展了文检仪的研制。北京安飞达从研制、销售 SYJ-1 型视频荧光鉴别仪开始,至今已有 SYJ-1、2、3、4、5、6、6A、8 型视频荧光文检仪。1-8 型 SYJ-系列产品的核心部件摄像头,从电真空转化为 CCD;从黑白,转为黑白一彩色兼用。镜头从手动到三可变自动;光源从长、短波紫外、可见光、红外光、侧光到具有同轴光、激光一反斯托克斯效应;整机控制部分由手动式,发展到微机控制,及全计算机界面操作,并开发了安飞达文检软件处理系统。公安部第一研究所生产的 CVL-380 微机图像物证处理系统,是观察、鉴别和分析“文件”的多功能仪器。光谱从短波紫外到近红外;操作由计算机控制,并可对采集图像进行储存、处理、打印、叠加和比对等操作。利用荧光反映对现场指纹可进行观察比对,还可将现场指纹图像通过调制调频器传送到上级有关部门进行指纹比对。公安部物证鉴定中心开发的 WJY-B 红外文件检查仪,采用了自动增益型内建镜头摄像机、17 组拉片式多波段接收滤光片、高清晰度监视器组成摄像系统,配有红外光、长短紫外光、高亮度蓝光、透射光。国内产品价格较低廉,一般在 5—10 万左右,但在性能、分辨率、自动化程度等方面都不如进口产品。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库